7 / 天然植物萃取物

謝廷芳

在自然界中，大多數的植物體內富含許多特殊的抑菌物質，具有特定的生物活性，可抑制多種植物病原菌，是開發植物源保護製劑 (natural plant protectants derived from plants) 或植物源農藥 (botanical pesticides) 的天然素材。植物源保護製劑或植物源農藥屬於生物農藥範疇的一個分支，為利用植物所含的穩定有效成分，按一定方法對目標植物進行施用後，以降低病、蟲、雜草等有害生物危害的一種天然植物源植物保護製劑。植物源保護製劑成分複雜多變，通常是植物有機體的一部份或全部，依植物種類與來源不同，可能含有生物鹼、糖苷、毒蛋白質、揮發性香精油、單寧、樹脂、有機酸、酯、酮、萜等各類物質。

全世界可作爲植物源保護製劑應用的植物約有二千種以上。就中國大陸而言，多數是由中草藥中發掘出來的，其中已知可用於調配植物源保護製劑的植物種類約 500 種。植物源保護製劑的種源十分廣泛而豐富，但被利用者微乎其微，僅魚藤酮、苦參鹼、煙鹼、楝素、藜蘆鹼、茴蒿素、木煙鹼、苦皮藤素、苦豆子總鹼等被少數農藥公司所開發生產，用於防治作物害蟲。中國大陸利用植物性資材防治作物病蟲害已經有二百多年的歷史，但真正有目的、科學地進行開發利用則是近二十年的事。目前中國大陸用於防治作物病害的植物主要有大蒜、板藍根、商陸、大黃、連翹、苦楝等幾十種；有些天然植物成分已被研發成商品，如市售的大蒜素、中草

藥製劑「912」、MHl1-14 可濕性粉劑等，並推廣給農民使用。依據我國科技政策中心科技產業資訊服務-熱點專輯的資料，中國大陸在 1987–2004 年間已登錄核可的植物源農藥專利達 196 項。另外，德國研究利用虎杖 (*Reynoutria sachalinensis*) 萃取液對數種作物之白粉病及灰黴病有良好的防治效果，並在美國以商品名 Milsana® 登錄使用。本文旨在廣泛蒐集有關植物萃取物抑制植物病原菌或防治植物病害的效果，並提出目前發展的現況，並分享本所在開發植物源保護製劑的成果，以饗讀者。

植物萃取物的抑菌效果

植物萃取物防治作物病蟲害是開發植物源保護製劑或植物源農藥的初階研究。目前研究植物萃取物防治作物病害的成果頗多，經歸納可分成二大類，第一類為直接使用萃取抗菌物質或含抗菌成分的萃取液抑制病原菌生長，第二類為利用植物萃取物可誘導植物產生抗病性而防治病害的發生。

一、直接抑制病原菌生長

於健康植物體內固存一些抗菌物質，當病原菌侵染時，產生具抗菌活性的水解產物，當該類植物體以適當的方法萃取其抗菌物質，可用於抑制植病病原菌的研究。國外在植物萃取液的抑菌特性研究上著墨甚多，在真菌方面，如苦楝葉萃取液對數種真菌孢子、細菌均有抑制發芽或靜菌作用；黃菫 (*Corydalis chaerophylla*) 之根葉萃取液含 berberine，可抑制多種真菌孢子發芽；胡椒科植物蓽撥 (*Piper longum*) 果實萃取液 1,000 倍可完全抑制小麥赤銹病菌 (*Puccinia recondite*) 孢子發芽；鳳梨百合 pineapple lily (*Eucomis autumnalis*) 鱗莖粗萃取液，可完全抑制豌豆褐斑病菌 (*Mycosphaerella pinodes*) 孢子發芽；具揮發性的抑菌物質大蒜素 allicin (diallyl thio sulphinate) 合成於大蒜組織受傷時，大蒜素可有效防治胡蘿蔔

種子傳播病害 (*Alternaria* spp.)、番茄和馬鈴薯晚疫病(*Phytophthora infestans*)、水稻稻熱病 (*Pyricularia grisea*(Cooke) Sacc) 及阿拉伯芥 (*Arabidopsis thaliana*) 露菌病 (*Peronospora brassicae*)；丁香羅勒油與香茅油在 250 ppm 下可完全抑制白粉病菌 (*Erysiphe polygoni*) 孢子發芽；土壤中添加 10% 的辣椒/芥菜精油、70% 丁香油乳劑可分別降低 99.9% 和 97.5% 的菊花萎凋病菌 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *chrysanthemi*) 孢子數量，然而 90% 苦楝油乳劑則會增加病原菌族群數量。在細菌方面，紅辣椒萃取液含 meta-coumaric 和 trans-cinnamic acids，對細菌性軟腐病菌 (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*) 的生長具抑制作用；芫荽、刺芫荽和苦瓜萃取液可抑制 *Erwinia* 屬細菌的生長，而蜜果 (*Melicocca bijuga*) 對香蕉的 *Pseudomonas* 細菌具抑制作用。在病毒方面，南美紫茉莉 (*Mirabilis jalapa*) 葉片萃取液完全抑制茄子 (*Solanum melongena*) 的胡瓜嵌紋病毒 (*Cucumber mosaic cucumovirus*, CMV)，而雜草 *Clerodendrum aculeatum* 的部分純化葉萃取液 2:1 濃度連續噴布大豆植株六次後，可明顯抑制大豆嵌紋病毒 (*Soybean mosaic potyvirus*, SMV) 的為害。

植物精油使用於防治貯藏期病害是相當具吸引力的，大多數研究植物精油對植物病原真菌抑菌能力的報告都以測定菌絲生長與孢子發芽之抑制作用為主。在抑制菌絲生長方面，如肉桂及丁香油在 0.03–0.11% (v/v)下可抑制 *Fusarium proliferatum*、*Lasiodiplodia theobromae* 和 *Colletotrichum musae* 等引起香蕉冠腐及炭疽病的病原菌菌絲生長；百里香精油在 0.06% 下可讓 *C. gloeosporioides* 和 *Rhizopus stolonifer* 二者的菌絲停止生長，而 0.05%的香茅精油和 0.4%的肉桂精油對香蕉炭疽病菌 *C. musae* 和木瓜炭疽病菌 *C. gloeosporioides* 具有殺菌效果 (fungicidal effect)。植物精油包括 *Lippia sidoides*、丁香羅勒 (*Ocimum gratissimum*)、馬鞭草檸檬桉 (*Lippia citriodora*) 和香茅在 1,000 µl/L 下可完全抑制炭疽病菌 (*C. gloeosporioides*) 菌絲生長，而柑桔油在 150 µg/mL 可完全抑制芒果炭疽

病菌菌絲生長。亦有一些報告利用精油的揮發性物質來達到抑菌的功效，如百里香精油在 76 μl/L 下的揮發氣體可完全抑制炭疽病菌 (*Colletotrichum acutatum*) 的菌絲生長。亞香茅 (*Cymbopogon nardus* L.)、羅勒 (*Ocimum basilicum* L.)、檸檬桉 (*Corymbia citriodora*) 和白豆蔻 (*Elettaria cardamomum* Maton) 等精油在 0.03−0.66% (v/v) 下對 *L. theobromae*、*F. proliferatum* 和 *C. musae* 具靜菌作用 (fungistatic effect)，而在 0.05−0.66% (v/v) 下有殺菌效果。在抑制孢子發芽方面，50 mg/L 的芥子精油 (mustard oil) 抑制 70.8% 炭疽病菌孢子發芽，而羅勒精油則抑制 64.7% 孢子發芽。七種植物精油抑制咖哩炭疽病菌 (*C. gloeosporioides*) 孢子發芽與發芽管長度，發現不同精油的抑菌濃度不一，柑桔油在 1,360 mg/L 時達最大抑制量，其次為 1,720 mg/L 的香茅油和 2,260 mg/L 的薄荷精油。1,000 μl/L 的精油包括 *Lippia sidoides*、丁香羅勒、馬鞭草檸檬桉、香茅和番石榴 (*Psidium guajava* var. *pomifera*) 等具有完全抑制炭疽病菌孢子發芽的效果。肉桂與丁香精油對黑胡椒 (*Piper nigrum* L.) 炭疽病菌 (*C. gloeosporioides*) 孢子發芽的半致死濃度小於 650 mg/L。精油對炭疽病菌 (*C. gloeosporioides* 和 *C. musae*) 孢子的殺菌作用主要是使細胞解體或退化而導致孢子無法發芽。

國內對植物萃取液的抑菌能力測定亦有諸多研究，農業試驗所的研究團隊測試評估 33 科 67 種植物萃取液對蕙蘭細斑病菌 (*Fusarium proliferatum*)、百合灰黴病菌 (*Botrytis elliptica*) 和及小白菜炭疽病菌 (*Colletotrichum higginsianum*) 的孢子發芽影響，其中以山韭菜及大風子抑制孢子發芽的效果最佳。何等人亦篩選 64 種植物萃取液，發現其中的 23 種對甘藍黑斑病菌 (*Alternaria brassica*)，14 種對火鶴花花腐病菌 (*Corynespora cassicola*) 孢子發芽有抑制效果。另發現扛板歸的萃取液，對甘藍黑斑病菌孢子發芽有非常強的抑制作用，而且不同地方採集的材料，抑菌程度也不同。Muto 等人評估 14 種臺灣原住民鄒族常用藥用植物

之水溶液與酒精抽出物的抗菌活性，發現龍葵 (*Solanum nigrum*) 的水與酒精萃取物均能完全抑制十字花科蔬菜黑斑病菌 (*A. brassicicola*) 的孢子發芽；新鮮琉球鐵線蓮 (*Clematis tashiroi*) 與新鮮山葛 (*Pueraria montana*) 水萃取物可抑制白菜炭疽病菌 (*C. higginsianum*)；而新鮮琉球鐵線蓮水萃取物亦可抑制番茄晚疫病菌 (*Phytophthora infestans*)。

二、誘導植物抗病性

目前多數研究指出，植物的系統性抗病能力可被誘導，抗病性的發生與植物體產生抗菌物質－植物防禦素 (phytoalexin) 有關。此類抗菌物質只有當植物受外來的刺激物質如微生物、紫外光或其他化學物質刺激時才被誘導產生。

在植物萃取液誘導作物抗病性的報告頗多，如油菜、萵苣、豌豆、煙草、番茄、玉米、小麥和胡瓜的葉片酒精萃取液可誘導胡瓜抗炭疽病；利用苦楝 (*Azadirachta indica*) 葉水萃取液可以有效防治大麥葉條病 (*Drechslera graminea*)，經處理的大麥葉片含 phenylalanine ammonia lyase 和 tyrosine ammonia lyase 酵素活性明顯增加，並累積抑菌的酚化合物，但病原菌的孢子發芽不受苦楝萃取液的影響，顯示其作用機制在於間接誘導植物抗病性。以 2% 虎杖 (*R. sachalinensis*) 水溶性萃取液每星期噴布於胡瓜植株上，噴施後植體葉片的抑菌物質酚化合物會累積，進而抵抗白粉病菌的入侵；另外，鹿蹄草 (*Pyrola calliantha*) 萃取液可增加胡瓜葉片中過氧化酵素及幾丁質分解酵素的含量，進而抑制細菌性斑點病 (*Pseudomonas syringae* pv. *Lachrymans*) 的發生。洋剪秋羅 (*Lychnis viscaria*) 種子萃取液含有不同的 brassinosteroids 可誘導植物產生抗病性，以 0.5−1 mg/L 乾粉水萃取液可促進煙草、胡瓜和番茄對病毒及真菌病原的抗性達 36%。

三、植物萃取物防治植物病害的效果

國外利用植物萃取物防治作物病害的例子不少，日本大黃 (*Rheum undulatum*) 萃取物可濕粉製劑 (RK) 2,000 倍稀釋液，對胡瓜白粉病有 75−100% 的防治率；虎杖 (*R. sachalinensis*) 萃取液對數種作物之白粉病及灰黴病具有良好的防治效果；大豆植株噴布 1% 指甲花 henna (*Lawsonia inermis*) 葉片萃取液混合 0.1% 明礬可降低大豆炭疽病 (*Colletotrichum truncatum*) 的發生；馬纓丹 (*Lantana camara*) 的花萃取液可降低由 *Aspergillus niger* 引起的番茄果腐病，也降低因 *Drosophila busckii* 造成傷害導致的果腐;苦楝葉的酒精萃取液及種子的油萃取液明顯降低稻熱病菌 (*Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc) 孢子發芽及稻熱病的發生；含洋香瓜萎凋病菌 (*F. oxysporum* f. sp. *melonis*) 病土先以 5% 和 10% 的辣椒/芥菜和丁香油乳劑處理一星期後，可顯著降低幼苗死亡率。由 *Bougainvillea spectabilis* 和 *Prosopis chilinesis* 萃取的抗病毒蛋白可有效地降低向日葵與豇豆的向日葵壞疽病毒 (*sunflower necrosis virus*)。

另外，國際上許多植物病理學者利用植物油或礦物油來防治作物病害，如橄欖油 (olive oil)、菜籽油 (rapeseed oil)、苦楝油、Stylet-oil 可防治白粉病；1%乳化礦物油可防治胡瓜白粉病，但過高的濃度則易引起藥害。施用的方式多半將油脂以展著劑乳化後噴施於葉部或灌注於土壤中，以每週施用一次最普遍。可見植物萃取物可廣泛用於作物病害的防治用途上。而利用植物精油防治植物病害之報告亦不少，如黃色百香果 (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) 浸於 120 mg/L 香茅油溶液中 2 分鐘可防治由 *C. gloeosporioides* 引起的炭疽病，木瓜果實浸於 0.12% (w/w)百里香精油和 0.1% (w/w) 墨西哥萊姆精油溶液中可預防炭疽病為害達 50%，而 250 μL/L 芥子精油和羅勒精油分別降低芒果果實炭疽病達 79.9% 和 66.7%。多數報告利用精油處理果實時都輔以佐劑配方或配合其他措施，以加強精油的防病效力，如木瓜浸於分別含 0.1% 百里香或 0.5%

墨西哥萊姆精油的牧豆樹膠乳劑 (mesquite gum emulsion) 中，可完全防治炭疽病的發生。然而，使用精油防治果實炭疽病常會造成藥害的發生，如由丁香芽和葉片萃取的精油造成中度毒害，而由肉桂樹皮和葉片萃取的精油則產生嚴重毒害。百香果果實浸泡於 120 mg/L 香茅油中造成 33.3% 果實之果皮發生褐變，250 mg/L 時引起 76.6% 果實褐變，而 500 mg/L 時則發生 100% 褐變，嚴重影響外觀與品質，且高濃度精油處理之下使果皮褐變而罹病化，導致罹病指數偏高。

國內利用植物萃取物防治病害的例子亦不在少數，如臺中區農業改良場曾大力推行利用天然植物資材，如大蒜、辣椒、木醋液等來防治作物病蟲害的發生。另外，花蓮改良場亦曾測試多種植物油對防病忌蟲的效果，其中以丁香油及肉桂油之效果最佳。中興大學黃振文教授以甘藍下位葉及菸葉渣為主要成份，製造液體的中興 100 (CH 100) 植物健素，可防治許多種植物病害，包括韭菜銹病、瓜類白粉病及馬鈴薯軟腐病，而且已經商品化。黃氏的團隊研究發現 0.5% (w/v) 的丁香及其主要抑菌成分丁香酚有防治甘藍立枯病的功效；測試 103 種藥用植物的萃取液後，發現蘿蔔種子及大黃的萃取液，均可有效降低萵苣褐斑病的發病率；另外，以龍葵根的乙醇萃取液亦可有效防治白菜黑斑病。農試所亦發現大風子酒精萃取液 200 倍稀釋液可抑制白菜炭疽病菌之孢子發芽率，亦可降低此病之發病率 (圖 1)；直接利用橙花、依

圖 1. 大風子萃取液 200 倍稀釋液可防治白菜炭疽病的發生。

蘭、花梨木與天竺葵等植物精油可有效降低蝴蝶蘭灰黴病的發生。另外，中興大學蔡東纂教授以天人菊根萃取液處理根瘤線蟲 24 小時後，可 100% 殺滅線蟲，種植天人菊或將天人菊植株混拌於土壤中，皆可大幅降低土壤線蟲族群密度。

植物萃取物開發植物源保護製劑

植物萃取物是開發植物源保護製劑或植物源農藥的材料。植物源農藥具有環境友善、符合農業永續、易於生物分解、可降低病蟲害發生、有機可用及可納入綜合管理體系之中等特性與優點，廣受研究人員青睞與投入研究。開發植物源農藥均由評估植物萃取物的抑菌效果及分析抑菌成分著手，再進行製劑研發，並評估田間病害防治之藥效。除中國大陸提出超過 20 種已開發的植物源農藥之外，目前國外登記用於防治植物病害的商品尚不多見，計有具廣效性的 30% cinnamaldehyde 之可濕性粉劑，29.2% gamma-aminobutyric acid 與 29.2% L-glutamic acid 複合劑防治葡萄白粉病和核果類作物的褐腐病 (*Monilia* sp.) 與穿孔病 (*Stigmina carpophila*)，荷荷巴油 (jojoba oil) 預防觀賞植物的粉蝨和白粉病，褐藻多糖 (laminarin) 防治小麥白粉病，中草藥博落回 (*Macleaya cordata*) 1.5%水溶液作為抗病誘導劑，日本大黃可濕粉製劑 (RK) 防治胡瓜白粉病，虎杖 (*Reynoutria sachalinensis*) 萃取液 (商品名：Milsana®) 防治作物之白粉病及灰黴病 (表 1)。而國內成功開發用於防治植物病害的植物源農藥或天然植物保護製劑計有中興 100 (CH 100) 植物健素防治多種植物病害，乳化葵花油 (商品名：葵無露) 防治作物白粉病，五倍子中草藥製劑 (活力能) 防治作物炭疽病，以及肉桂油微乳劑 (商品名：黑修羅) 防治蔬菜黑斑病與根瘤線蟲等。

表 1. 植物源保護製劑商品化後之主成分及商品名

主成分	商品名	防治對象
30% cinnamaldehyde	Vertigo 可濕性粉劑	廣泛
30% cinnamaldehyde	Cinnacure A3005	廣泛
Gamma-aminobutyric acid (GABA) (29.2%) + L-glutamic acid (29.2%)		葡萄白粉病 核果類作物褐腐病、穿孔病
荷荷巴油 (Jojobaoil)	jojoba oil	觀賞植物粉蝨和白粉病
褐藻多糖 (Laminarin)		誘導葡萄植株對灰黴病和露菌病之抗性
Sanguinaine 和 Chelerythrine	中草藥博落回萃取物 1.5% 水溶液	植物抗病性誘導劑
孕烷苷 (Pregnane glycosides)	隔山消可濕性粉劑	大麥及草莓白粉病
日本大黃萃取物	日本大黃可濕粉製劑 (RK)	胡瓜白粉病
虎杖乾抽出物	Milsana®	胡瓜、玫瑰白粉病
甘藍下位葉及菸葉渣	中興 100 (CH100) 植物健素	韭菜銹病、梅黑星病

病害防治應用實例

目前實際應用天然植物成分防治作物病害的成果有限，多數研究僅局限於實驗室內的抑菌測定與溫室防病試驗階段，未來應加強評估田間的防病成效，並完備各項農藥登記應備資料，以順利將植物源農藥商品化。利用天然植物成分據以研發植物源農藥，用於防治植物病害的潛力無窮，是防治植物病害的另一新的研究課題。

一、虎杖萃取物誘導作物抗白粉病

以 2% 虎杖（*Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai.）水溶性萃取液每星期噴布於胡瓜植株上，噴施後植體葉片的抑菌物質酚化合物會累積．進而誘導寄主植物抵抗白粉病菌的入侵，而達到防治白粉病的目的。另外，虎杖萃取液對數種作物之白粉病及灰黴病亦具有良好的防治效果。目前已於美國登錄為植物源殺菌劑，商品名為 Milsana®，重覆噴施 Milsana® 可使葉片變得翠綠及光滑，但亦變得易碎。而日本虎杖（*R. japonica*）之酒精萃取液可顯著降低甜瓜離葉接種白粉菌所造成的發病面積率，溫室試驗以稀釋 500−1,000 倍防治甜瓜白粉病的效果最佳，發病度 14.2% 以下，與對照組 61.5% 具有顯著差異（$P < 0.05$）(圖 2)。

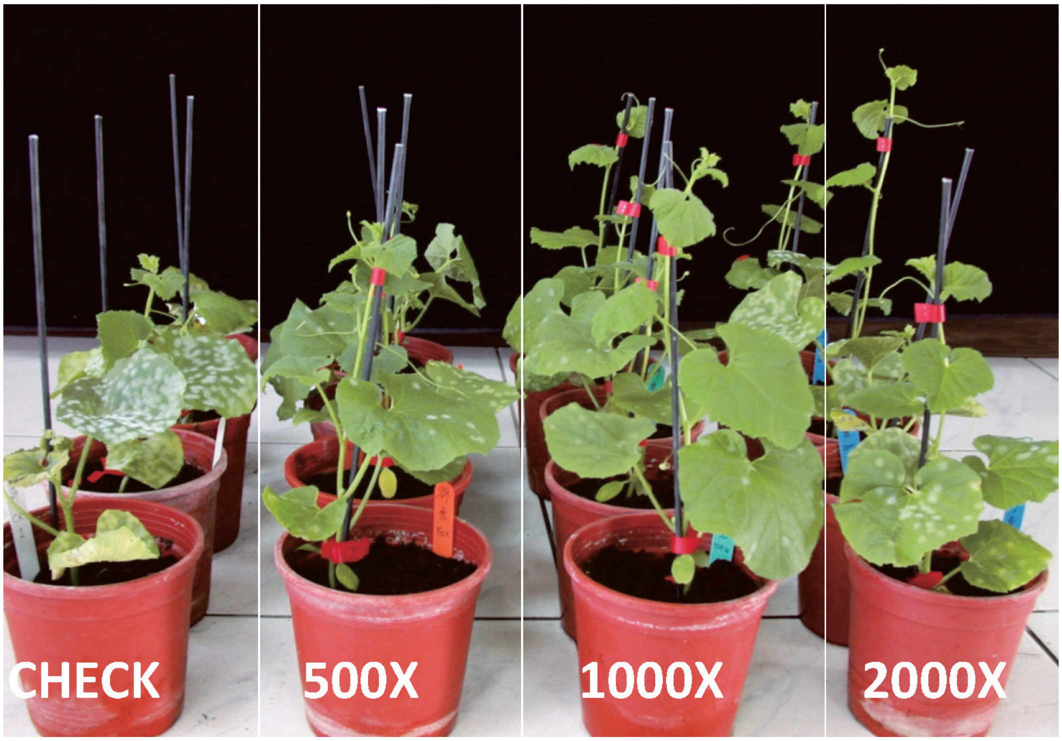

圖 2. 日本虎杖酒精萃取液稀釋 500 倍及 1,000 倍可有效防治甜瓜白粉病之發生。

二、中草藥植保製劑防治作物炭疽病

農試所調配含五倍子 (*Rhus chinensis*)、仙草 (*Mesona chinensis*)、山奈 (*Kaempferia galangal*) 及薑黃 (*Curcuma longa*) 等數種有效的中草藥植物萃取液調配而成的「活力能」植保製劑 (已獲國內專利 I 293242) 可有效防治作物炭疽病。將植保製劑的 1,000 及 2,000 倍稀釋液，分別於接種前二天、當天及接種後二天噴佈於培育在 24℃ 生長箱 (16 h day/8 h night) 中二星期的白菜葉片上。結果發現於病原菌接種的前二天或同時處理「活力能」植保製劑的 1,000 與 2,000 倍稀釋液均可減少 ($P < 0.05$) 炭疽病的發生 (圖 3)；然而，接種後二天處理植保製劑時，僅能降低發病面積率，卻無法有效降低炭疽病的單位病斑數，亦即植保製劑可抑制病斑的進展。另外，以「活力能」植保製劑的 1,000 倍稀釋液浸泡市售的芒果，七天後發現處理組可顯著降低芒果炭疽病的發生 (圖 4)。

圖 3. 中草藥植保製劑「活力能」1,000 倍稀釋液防治白菜炭疽病的發生 (近照) (圖左為對照組，圖右為處理組)。

由系列分析「活力能」植保製劑的主要抑菌成分，發現五倍子所含的 gallic acid 和 methyl gallate 是主要的抑菌成分，其半數抑菌濃度 (half maximal inhibitory concentration) 分別為 IC50 = 22.59 µM 和 IC50 = 1.28 µM，而「活力能」植保製劑含有 3.4% 的 gallic acid。

三、葵花油乳劑防治作物白粉病

多年前農試所與夏威夷大學合作下，將一般食用的葵花油經過適當的乳化後製成「葵無露」乳劑，稀釋成 1,000 倍溶液時可以降低番茄白粉病 (*Oidium neolycopersici*) 約 50%，使用稀釋倍數在 200–500 倍時可以降低病害至 10–20%。在田間實驗時，每週噴施一次時，對番茄 (圖 5)、瓜類 (圖 6)、枸杞等作物的白粉病均有良好的預防效果。此外，它對銹病、露菌病亦有相當的抑制功效，尤其在設施內施行預防性防治使用時，效果最佳。

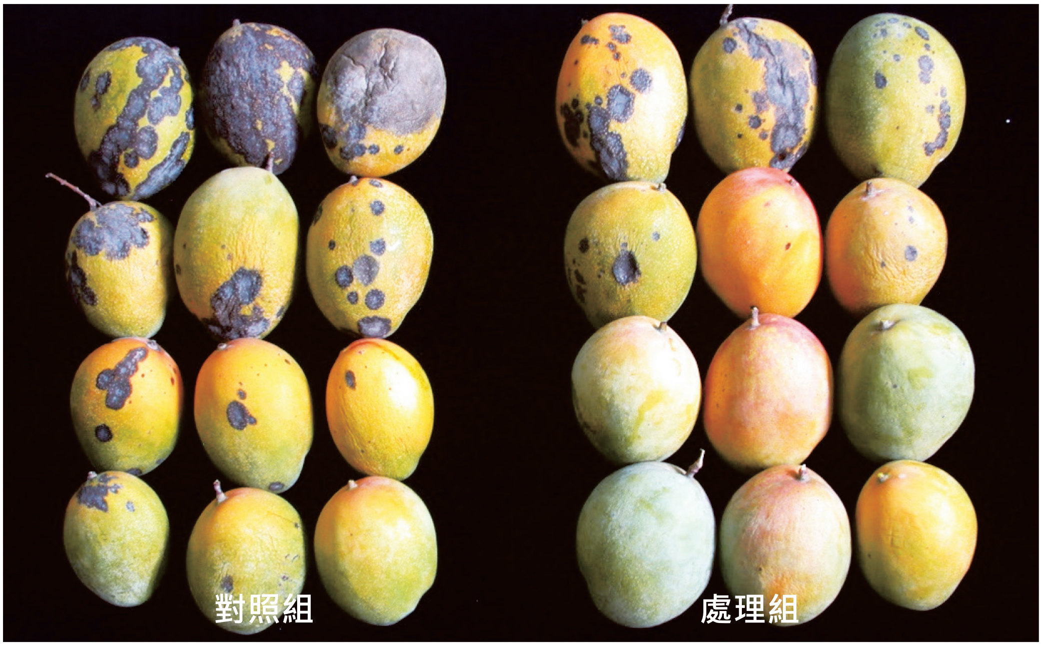

圖 4. 中草藥植保製劑「活力能」1,000 倍稀釋液可抑制芒果炭疽病的發生 (圖左為對照組，圖右為處理組)。

圖 5. 田間施用「葵花油乳劑」防治番茄白粉病的效果 (圖右為處理組)。

圖 6. 田間噴施「葵無露」防治甜瓜白粉病的情形 (圖左為對照組，圖右為處理組)。

葵花油稀釋液噴布於植株上時，會在植物體表面形成一種薄膜，能阻隔病原菌孢子發芽與菌絲生長 (圖 7)，且有減少植物水分散失的功效，但它不會影響植物的呼吸作用及光合作用。因此，食用油不但兼具病害防治與增強光合作用效能的雙重功效，而且對環境無毒無害，符合有機生產需求及環保概念，生產成本極低的一種實用性的防病技術。

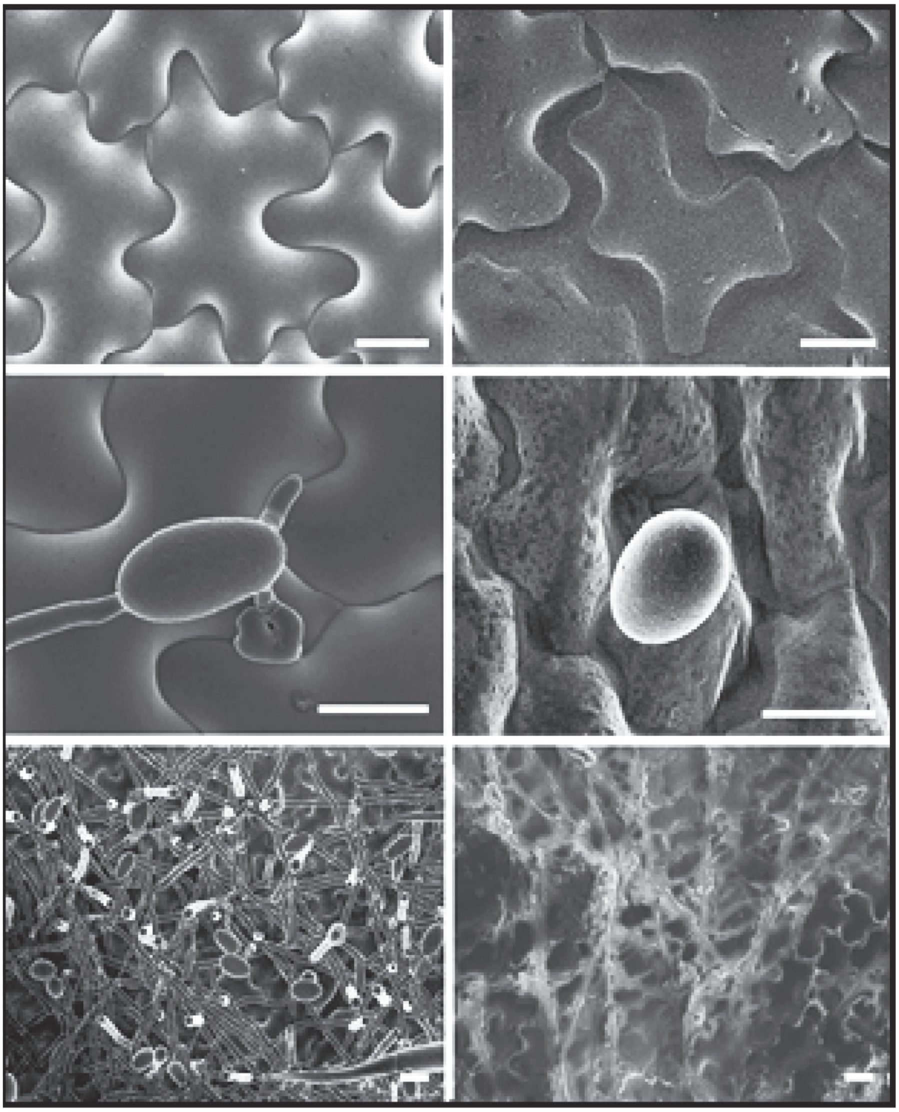

圖 7. 「葵無露」 防病機制為形成保護膜免於病原菌入侵，並隔離空氣使病原菌無法生長與產孢。(圖左為對照組；圖右為處理組)

四、肉桂油微乳劑防治蔬菜黑斑病與根瘤線蟲

以微乳化技術，將萃取自肉桂精油與皂素調配成天然植物保護製劑－「黑修羅」微乳劑，並測試其抑菌能力及防病效果。結果顯示「黑修羅」微乳劑 1000 倍稀釋液具有抑制蝴蝶蘭灰黴病菌 (*Botrytis cinerea*) 及十字花科蔬菜黑斑病菌 (*Alternaria brassicicola*) 孢子發芽的功效。溫室試驗中，「黑修羅」微乳劑 1000 倍稀釋液具有降低蝴蝶蘭灰黴病與減輕半結球萵苣 Alternaria 黑斑病之效果 (圖 8)。另外，以 5,000 倍稀釋液處理南方根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita*) 的卵塊及二齡幼蟲，結果顯示，卵孵化率為 30.6%，而二齡幼蟲致死率達 98%；以同濃度稀釋液灌注番茄根基部，可顯著降低根瘤線蟲引起根部結瘤指數 (由 2.8 降至 1.2) (圖 9)。耐貯藏性試驗發現，「黑修羅」微乳劑穩定性高，經 54±2℃ 貯放 14 天後，仍保有良好之製劑穩定度。

圖 8. 「黑修羅」防治半結球萵苣 Alternaria 黑斑病之效果 (圖左為處理組，圖右為對照組)。

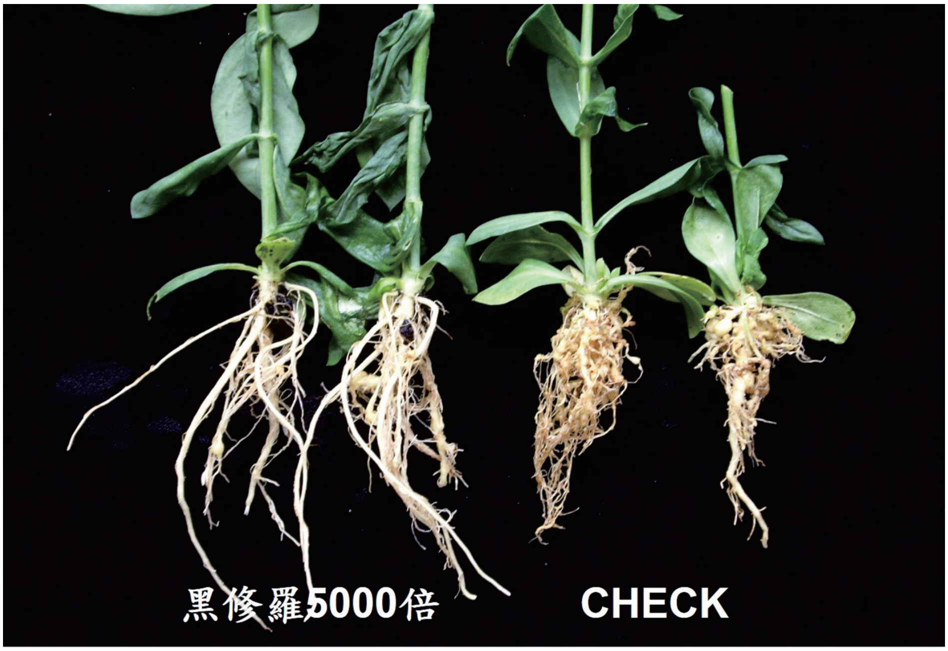

圖 9. 肉桂油微乳劑「黑修羅」防治洋桔梗根瘤線蟲之效果。

五、香茅油微乳劑防治作物灰黴病

有鑑於台灣冬春季低溫多濕環境下常發生作物之灰黴病，農民慣行以化學農藥噴施防治，然病原菌亦產生抗藥性，使多數化學農藥之防治效果不彰。本項微乳劑仍依據植物病原菌 *Botrytis cinerea* 和 *B. elliptica* 侵染植物組織之特性，開發抑制該類灰黴病菌孢子發芽之植物保護製劑，稀釋 2000 倍噴施於植物葉片，可有效防治百合 (圖 10)、玫瑰、文心蘭及蝴蝶蘭等灰黴病之發生。

結語

應用植物萃取物具有抑制植物病原菌及可以誘導植物產生抗病性的現象，據以研發植物源保護製劑，是現今的熱門課題，世界各地的研究人

員正積極進行相關研究。目前已有少數植物源農藥問市，例如由虎杖(giant knotweed) 的萃取物研製而成的 Milsana® 製劑和由藍綠藻萃取的褐藻多糖 Laminarin 製劑，均推薦於防治作物白粉病及灰黴病之用。該二種製劑的防病原理為誘導植物體產生系統性抗病的功效·值得群策群力發展此一尚待開發的領域。筆者多年來已開發多項天然植物保護製劑，如研究團隊成功技轉黑修羅 (肉桂油微乳劑)、活力能 (五倍子中草藥植保製劑)及「葵無露製劑調製技術」等。分析植物萃取物的抑菌與誘導抗病成分，可從中發現病害防治的新化學物質或成分，提供作物病害防治研究的新發展方向，開創植物病害防治研究的新領域，更可放眼國際市場，為我國農業研究開拓除化學農藥之外的另一扇作物病害防治之門。

圖 10. 香茅油微乳劑防治百合灰黴病的效果 (圖左上葉片為處理組，下葉片為對照組；圖右上為對照組，下為處理組)。

參考文獻

1. 何婉清、李惠玲、李智緯、吳宗諭、李興進。2002。抑菌植物材料的篩選。植保會刊 44: 365。
2. 何婉清、吳宗諭。2002。影響扛板歸抑菌效果的因子。植保會刊。44: 364−365。
3. 林俊義、安寶貞、張清安、羅朝村、謝廷芳。2004。作物病害之非農藥防治。再版。行政院農業委員會農業試驗所編印。霧峰。台中。53 頁。
4. 黃鴻章、黃振文、謝廷芳。2017。永續農業之植物病害管理。五南圖書出版股份有限公司出版。台北。292 頁。
5. 陳俊宏、謝廷芳。2005。植物精油抑制灰黴病菌孢子發芽與防治蝴蝶蘭灰黴病之效果。植病會刊 14: 257−264。
6. 陳哲民。1996。植物油抑制植物病原真菌胞子發芽之效果。花蓮區農業改良場研究彙報 12: 71−90。
7. 謝廷芳、黃晉興、胡敏夫。2003。大風子抽出液防治白菜炭疽病的效果。植病會刊 12: 278−279 (摘要)。
8. 謝廷芳、黃晉興、謝麗娟、胡敏夫、柯文雄。2005。植物萃取液對植物病原真菌之抑菌效果。植病會刊 14: 59−66。
9. 謝慶芳。1999。天然藥劑與病害控制。興大農業 30: 14−-17。
10. 顏志恒、許晴情、謝廷芳。2017。肉桂油乳劑防治番茄南方根瘤線蟲之田間藥效試驗。植物醫學 59: 5−12。
11. Cheah, L. H. and J. K. Cox. 1995. Screening of plant extracts for control of powdery mildew in squash. p.340−342. *In*: Proceedings of the 48th New Zealand Plant Protection Conference. 8−10 August, 1995. Hastings, New Zealand.
12. Daayf, F., A. Schmitt and R. R. Bélanger. 1995. The effects of plant extracts of *Reynoutria sachalinensis* on powdery mildew development and leaf physiology of long English cucumber. Plant Dis. 79:577−580.
13. Das, K., R. K. S. Tiwari and D. K. Shrivastava. 2010. Techniques for evaluation of medicinal plant products as antimicrobial agent: Current methods and future trends. J. Med. Plants Res. 4: 104−111.
14. Huang, J. W. 1994. Control of Chinese leek rust with a plant nutrient formulation. Plant Pathol. Bull. 3: 9−17.

15. Huang, J. W. and W. C. Chung. 2003. Management of vegetable crop diseases with plant extracts. p.153−163. *In*: Huang, H. C. and S. N. Acharya (eds.). Advances in Plant Disease Management. Research Signpost, Kerala, India.

16. Ko, W. H., S. Y. Wang, T. F. Hsieh and P. J. Ann. 2003. Effects of sunflower oil on tomato powdery mildew caused by *Oidium neolycopersici.* J. Phytopathol. 151: 144−148.

17. Konstantinidou-Doltsinis, S. and A. Schmitt. 1998. Impact of treatment with plant extracts from *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai on intensity of powdery mildew severity and yield in cucumber under high disease pressure. Crop Prot. 17: 649−656.

18. Kuo, P.-C., Hsieh, T.-F., Lin, M.-C., Huang, B.-S., Huang, J.-W., and Huang, H.-C. 2015. Analysis of antifungal components in the galls of Melaphis chinensis and their effects on control of anthracnose disease of Chinese cabbage caused by Colletotrichum higginsianum. Journal of Chemistry, vol. 2015, Article ID 850103, 12 pages, 2015. doi:10.1155/2015/850103. http://dx.doi.org/10.1155/2015/850103 (Accepted 15 September 2014)

19. McGrath, M. T. and N. Shishkoff. 2000. Control of cucurbit powdery mildew with JMS Stylet-Oil. Plant Dis. 84: 989−993.

20. Muto, M., H. Takahashi, K. Ishihara, H. Yuasa and J. W. Huang. 2005a. Antimicrobial activity of medicinal plants used by indigenous people in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 14: 13−24.

21. Paik, S. B., S. H. Kyung, J. J. Kim and Y. S. Oh. 1996. Effect of a bioactive substance extracted from *Rheum undulatum* on control of cucumber powdery mildew. Korean J. Plant Pathol. 12: 85−90.

22. Pasini, C., F. D’Aquila, P. Curir and M. L. Gullino. 1997. Effectiveness of antifungal compounds against rose powdery mildew (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) in glasshouses. Crop Prot. 16: 251−256.